

【特許請求の範囲】

【請求項1】 作動ガスを圧力変動させる圧力振動源と、蓄冷材が充填された蓄冷器と、コールドヘッドと、パルス管と、作動ガスの圧力変動と位置変動との間に位相差を生じさせる第1位相調節機構とを順次直列接続してなり、上記圧力振動源と上記蓄冷器とを結ぶ第1通路と、上記パルス管と上記第1位相調節機構とを結ぶ第2通路との間には、両通路を結ぶバイパス通路を有すると共に、該バイパス通路の途中にバイпасオリフィスを設け、上記バイパス通路及び上記バイパスオリフィスにより作動ガスの圧力変動と位置変動との間の位相差を調節する第2位相調節機構を構成してなるパルス管冷凍機において、上記バイパス通路に、該バイパス通路の連通を遮断する往復動可能な区画体が配されてなることを特徴とするパルス管冷凍機。

【請求項2】 請求項1において、上記バイパス通路には、該バイパス通路を分断する分断シリンダを設けてなり、該分断シリンダの内部は、往復動可能な上記区画体によって、上記第1通路に連通する第1室と上記第2通路に連通する第2室とに区画されていることを特徴とするパルス管冷凍機。

【請求項3】 請求項1または2において、上記区画体は、伸縮可能なベローズであることを特徴とするパルス管冷凍機。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項において、上記圧力振動源は、上記第1通路に連通する圧縮室と、該圧縮室と外部とを区画する伸縮可能なベローズによりなることを特徴とするパルス管冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、パルス管冷凍機に関するものであり、特に、圧力振動源とパルス管高温端とをオリフィスを介して直接連通するバイパス通路を設けたダブルインレット型パルス管冷凍機に係るものである。

【0002】

【従来技術】 従来より、極低温用の冷凍機として、パルス管冷凍機が知られている。パルス管冷凍機は、冷凍機内に充填した作動ガスの圧縮変動と位置変動との位相をずらして振動させることにより、冷却能力を発揮するものである。

【0003】かかる従来のパルス管冷凍機としては、図3に示すものがある。即ち、従来のパルス管冷凍機91は、冷凍機91内に充填してあるヘリウム等の作動ガスの圧縮・膨張を繰り返すための圧縮機10を有する。また、圧縮機10には、作動ガスと熱交換を行う蓄冷材20を充填した蓄冷器2を連結してある。蓄冷器2の高温端側、つまり上記圧縮機10側には、放熱器28を配設してある。

【0004】蓄冷器2における上記圧縮機10と反対側の低温端は、低温発生部であるコールドヘッド3を介し

てパルス管4に連結されている。コールドヘッド3は、熱伝導のよい銅等よりも、パルス管4は、中空の管であって、ステンレス鋼等よりも、

【0005】パルス管4は、バッファオリフィス84を介してバッファタンク5に連結されている。パルス管4の室温側、つまり上記バッファオリフィス84側には、放熱器48を配設してある。

【0006】上記構成のパルス管冷凍機91において、圧縮機10が駆動すると、冷凍機内の作動ガスの圧力変動が生じる。このとき、バッファタンク5及びバッファオリフィス84の作用により、作動ガスの圧力変動と位置変動との間に位相差が生じる。このため作動ガスは、一方で移動して熱を吸い込み、他方に移動して熱を吐き出す動作を繰り返す。このような動作が蓄冷器2内で連続的に行なわれることにより、コールドヘッド3付近で低温を発生する。

【0007】パルス管冷凍機は、上記動作により冷凍を発生するものである。ところで、この種のパルス管冷凍機において、冷凍効率を向上させるためには、コールドヘッド付近の作動ガスの圧力変動と位置変動との位相差を最適位相差に制御する必要がある。ところが、図3に示すパルス管冷凍機91の如き構成であると、作動ガスの圧力変動と位置変動との間に生じる位相差には限界があり、最適位相差に制御することは困難であった。

【0008】このような問題を解決して、さらに冷凍能力を向上させるべく、図4に示すとおり構成のダブルインレット型パルス管冷凍機92が提案されている。このダブルインレット型パルス管冷凍機92は、上記通常のパルス管冷凍機91において、圧縮機10と蓄冷器2とを結ぶ第1通路81と、パルス管4とバッファオリフィス84とを結ぶ第2通路82との間に、両通路81、82を結ぶバイパス通路83を有する。

【0009】そして、該バイパス通路83には、作動ガスの流量を調整するためのバイパスオリフィス85を設けている。このバイパスオリフィス85を有するバイパス通路83によって、上記バッファタンク及びバッファオリフィスによって発生される位相差に修正を加えることができる。そのため、上記系内の作動ガスの圧力変動と位置変動との位相差を最適位相差にすることができる。それ故、ダブルインレット型パルス管冷凍機92は、従来のバイパス通路83を有していないパルス管冷凍機91よりも優れた冷凍能力を発揮するとされている。

【0010】

【解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来のダブルインレット型パルス管冷凍機92においては、次の問題がある。即ち、上記ダブルインレット型パルス管冷凍機92は、理想的には優れた冷凍能力を発揮し得る。しかし、実際には、上記バイパス通路83を設けたことにより、上記蓄冷器2とパルス管4との間ににおいて、上

記バイパス通路83を経由して常に一方に向かって作動ガスが流れる現象(一方向流)が起こる場合がある。

【0011】この一方向流が起こった場合には、コールドヘッドへの熱の流入がおこり、冷凍能力が大きく低下し、不安定となる。したがって、ダブルインレット型バルス管冷凍機は、上記作動ガスの圧力変動と位置変動との間の位相差を調整する位相調整機能に優れているものの、冷凍能力の安定性に欠ける。

【0012】本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、優れた位相調整機能を保持しつつ、かつ一方向流の発生を防止することができ、信頼性の高い、バルス管冷凍機を提供しようとするものである。

【0013】

【課題の解決手段】請求項1の発明は、作動ガスを圧力変動させる圧力振動源と、蓄冷材が充填された蓄冷器と、コールドヘッドと、バルス管と、作動ガスの圧力変動と位置変動との間に位相差を生じさせる第1位相調節機構とを順次直列接続してなり、上記圧力振動源と上記蓄冷器とを結ぶ第1通路と、上記バルス管と上記第1位相調節機構とを結ぶ第2通路との間には、両通路を結ぶバイパス通路を有すると共に、該バイパス通路の途中にバイパスオリフィスを設け、上記バイパス通路及び上記バイパスオリフィスにより作動ガスの圧力変動と位置変動との間の位相差を調節する第2位相調節機構を構成してなるバルス管冷凍機において、上記バイパス通路に、該バイパス通路の連通を遮断する往復動可能な区画体が配されてなることを特徴とするバルス管冷凍機にある。

【0014】本発明において最も注目すべきことは、上記バイパス通路に、該バイパス通路内の連通を遮断し、かつバイパス通路内を往復動可能である区画体を配置したことである。

【0015】上記圧力振動源は、バルス管冷凍機内部に充填される作動ガスの圧力を変動させるものである。そして、その構造としては、従来技術において示したようにピストンを往復動させるピストンタイプのものを用いることもできるし、また、高圧吐出弁及び低圧吸入弁を備えたコンプレッサーを用いることもでき、少なくとも、作動ガスの圧力を変動させることができることである。

【0016】上記蓄冷器に充填されている蓄冷材としては、例えば、ステンレス鋼、リン酸銅等のメッシュを用いる。また、上記蓄冷器の高温端側、つまり上記圧力振動源側には、放熱器を配設することが好ましい。これにより効率よく冷凍能力を発揮することができる。

【0017】また、上記バルス管は、上記第1相調節機構により発生する熱が振動によりコールドヘッドに伝達されるのを防止するように設けられる中空管である。また、上記バルス管の高温端、つまり上記第1位相調節機構側にも、放熱用の熱交換器を配設することが好ましい。これにより、さらに効率よく冷凍能力を発揮することができる。

【0018】上記コールドヘッドは、上記蓄冷器の低温端部と上記バルス管の低温端部との間に設けられている。また、このコールドヘッドは、冷却されるべき被冷却体からの熱を効率よく奪うため、例えば銅のように熱伝導性に優れた材料により構成する。上記第1位相調節機構は、作動ガスの圧力変動と位置変動との位相差を生じさせるためのものである。位相調節機構として、例えば冷凍機の容積よりも充分大きな容積をもつバッファタンク及びオリフィス等で構成することができる。

【0019】そして、上記の如く、上記第1通路と第2通路との間に設けたバイパス通路には、上記区画体と上記バイパスオリフィスが設けてあり、このバイパス通路及びバイパスオリフィスにより上記第2位相調節機構が構成される。第2位相調節機構は、上記第1位相調節機構により生じる作動ガスの圧力変動と位置変動との間の位相差をさらに最適な位相差に修正するものである。

【0020】また、上記区画体は、上記バイパス通路内の連通を遮断し、上記バイパス通路を上記第1通路側と上記第2通路側とに区画している。さらに上記区画体は、上記第1通路側の圧力と上記第2通路側の圧力に応じて自由に往復動可能とされる。

【0021】次に、本発明における作用につき説明する。本発明のバルス管冷凍機は、上記バイパス通路を有し、該バイパス通路には、上記区画体を設けてなる。そのため、上記バイパス通路は、上記区画体によってその連通が遮断され、該区画体の前後の作動ガスが行き交うことはない。それ故、バイパス通路を設けてあっても、蓄冷器とバルス管との間にバイパス通路を経由して一方向流が発生するという従来の不具合を確実に防止することができる。

【0022】さらに、上記区画体は、バイパス通路の内部を往復動可能に配置される。そのため、上記区画体の前後における、作動ガスの振動は、上記区画体の移動によってその前後に確実に伝えることができる。即ち、上記バイパス通路においては、上記区画体の存在によって、上記一方向流の発生を確実に防止しつつ、上記作動ガスの振動の伝達を行なうことができる。

【0023】そして、上記バイパス通路には、上記バイパスオリフィスを設けている。このバイパスオリフィスは、従来のダブルインレット型の場合と同様に、バイパス通路における作動ガスの流量を制御する。この流量の制御により修正される作動ガスの圧力変動と位置変動との間の位相差は、上記区画体を介して、その前後に確実に伝達される。

【0024】このように、本発明においては、上記バイパスオリフィスおよび上記区画体を有するバイパス通路で構成される第2位相調整機構を設けることによって、従来のダブルインレット型と同様に、作動ガスの圧力変動と位置変動との間に最適な位相差を実現することができる一方、上記一方向流の発生を確実に防止するこ

できる。それ故、本発明のパルス管冷凍機によって得られる冷凍能力は、一層向上し、また安定した状態となる。

【0025】また、請求項2の発明のように、上記バイパス通路に分断シリンダを設け、分断シリンダの内部に、往復動可能な区画体を設け、この区画体により、上記第1通路に連通する第1室と上記第2通路に連通する第2室とを区画するよう構成することもできる。この場合には、上記区画体は上記分断シリンダ内を往復することになり、区画体の往復動作が安定する。

【0026】また、請求項3の発明のように、上記区画体は、伸縮可能なベローズにより構成することができる。この場合には、摺動部を設けることなく区画体が往復動可能となる。そのため、区画体の往復動の抵抗を極力小さくすることができる。

【0027】また、請求項4の発明のように、上記圧力振動源は、上記第1通路に連通する圧縮室と、該圧縮室と外部とを区画する伸縮可能なベローズにより構成することができる。この場合には、該ベローズを伸縮することによって上記作動ガスの圧縮・膨張を発生させることができる。これにより、従来の摺動型ピストンタイプの場合におけるシール材の摩耗による作動ガス汚染等を防止することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

実施形態例1

本発明の実施形態例にかかるパルス管冷凍機につき、図1を用いて説明する。本例のパルス管冷凍機1は、図1に示すごとく、作動ガスの圧力変動を発生させるための圧縮機10と、蓄冷材20を充填した蓄冷器2と、極低温を発生するコールドヘッド3と、中空状のパルス管4と、作動ガスの流量を調節するためのバッファオリフィス84と、バッファタンク5とを順次直列に連結してなる。ここで、圧縮機10が本発明における圧力振動源に、バッファオリフィス84及びバッファタンク5が本発明における第1位相調節機構に相当する。

【0029】そして、圧縮機10と蓄冷器2とを結ぶ第1通路81と、パルス管4と上記バッファオリフィス84とを結ぶ第2通路82との間には、両通路81、82を結ぶバイパス通路83を有する。該バイパス通路83には作動ガスの流量を調整するためのバイパスオリフィス85を設けてなる。ここで、バイパス通路83及びバイパスオリフィス85が本発明における第2位相調節機構に相当する。

【0030】また、バイパス通路83には、該バイパス通路83を分断する分断シリンダ6を、バイパスオリフィス85と上記第1通路81との間に設けている。該分断シリンダ6の内部は、往復移動可能な区画体7によって、第1通路81に連通する第1室61と第2通路82に連通する第2室62とに区画されている。

【0031】以下、これを詳述する。上記圧縮機10は、図1に示すごとく、本体部11と該本体部11内にピストンリング121を介して摺動可能に配設したピストン12とよりなる。そして、このピストン12を往復動させることにより、ピストン12と本体部11により形成されている圧縮室13内の作動ガスを圧縮・膨張するよう構成されている。

【0032】また、図1に示すごとく、上記蓄冷器2、コールドヘッド3、パルス管4、バッファオリフィス84、及びバッファタンク5については、従来例と同様である。そして、上記蓄冷器2及びパルス管4の室温側には、放熱用の熱交換器28、48を設けてある。また、バイパス通路83にバイパスオリフィス85を設けてある。

【0033】バイパス通路83における分断シリンダ6は、図1に示すごとく、伸縮可能なベローズよりなる区画体7を有する。区画体7のパルス管高温端側には、上記第2通路82側に連通した第1室62が形成されており、一方、区画体7の蓄冷器高温端側には、上記第1通路81側に連通した第2室61が形成されている。そして、区画体7が伸縮することによって、第1室81及び第2室82の容積が変化するように構成されている。

【0034】次に、本例におけるパルス管冷凍機の作動について説明する。まず、圧縮機10が駆動してピストン12が往復動すると、圧縮室13内の作動ガスが周期的に高圧状態から低圧状態への圧力変動を繰り返す。この周期的な圧力変動は、圧縮室13に連通しているパルス管冷凍機1内の作動ガスに伝達され、系内の作動ガスも圧力変動を起こす。

【0035】このとき、バッファタンク5及びバッファオリフィス84で構成される第1位相調節機構と、バイパス通路83及びバッファオリフィス85で構成される第2位相調節機構との作用により、系内の作動ガスの圧力変動と位相変動との位相差が、コールドヘッド3の部分において最適位相差となるように調節される。これにより、コールドヘッド3内の熱が蓄冷器2側に受け渡され、コールドヘッド3において極低温を発生する。

【0036】本例のパルス管冷凍機1においては、上記バイパス通路83に分断シリンダ6を設けてある。さらに、分断シリンダ6には、伸縮可能なベローズよりなる区画体7がその内部に配されており、この区画体7により分断シリンダ6内を第1室61と第2室62とに区画している。このためバイパス通路83内を流れる作動ガスは区画体7によりせき止められ、第1室61と第2室62とで作動ガスが行き交うことはない。それ故、バイパス通路83を設けてあっても、蓄冷器2とパルス管4との間に一方向流が発生することがない。

【0037】さらに、区画体7は、ベローズより構成されているため、第1室61と第2室62とで圧力差が生じた場合には伸縮し、両室間における圧力変化（圧力変

動)は伝達可能である。例えば、第1室61が第2室62よりも高圧であった場合、ベローズが縮み、第2室62の容積が減少される。このため第2室62も高圧状態となる。また逆に、第2室62が第1室61よりも高圧であった場合、ベローズが伸び、第1室61の容積が減少される。このため第1室61も高圧となる。

【0038】即ち、バイパス通路83においては、区画体7の存在によって、一方向流の発生を確実に防止しつつ、圧力変動の伝達を行なうことができる。このため、バイパス通路83及びバイпасオリフィス84によって構成される第2位相調節機構は、作動ガスの圧力変動と位置変動との間の位相差を調節する機能を損なうことなく、かつバイパス通路83を通る一方向流を遮断してコールドヘッドの熱流入を防止することができる。よって、従来よりも一層冷凍能力が安定し、向上する。

【0039】実施形態例2

本例のパルス管冷凍機104においては、図2に示すごとく、実施形態例1における圧縮機10に代えて、伸縮可能なベローズ124を用いた圧縮機14を用いた。即ち、圧縮機14は、第1通路81に連通する圧縮室13と、該圧縮室13と外部とを区画する伸縮可能なベローズ124により構成した。ベローズ124は、ロッド125の円板状座板126の外周に配設されており、ロッド125の往復動により伸縮するように構成されている。

【0040】本例においては、上記圧縮機14及び分断シリンダ6のいずれにおいても、摺動部を排除することができる。そのため、シール材の摩耗による作動ガス汚れを防止することができ、冷凍機の信頼性を向上させることができる。その他、実施形態例1と同様の効果が得られる。

【0041】実施形態例3

本例においては、実施形態例1における圧縮機10に代えて、高圧吐出弁および低圧吸入弁を備えたコンプレッ

サを用いた。この場合には、高圧吐出弁と低圧吸入弁とを交互に開閉することによって圧力変動を生じさせることができる。その他、実施形態例2と同様の効果が得られる。

【0042】

【発明の効果】上述のごとく、本発明によれば、優れた位相調整機能を保持しつつ、かつ一方向流の発生を防止することができ、信頼性の高い、パルス管冷凍機を提供することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態例1のパルス管冷凍機の構成を示す説明図。

【図2】実施形態例2のパルス管冷凍機の構成を示す説明図。

【図3】従来例のパルス管冷凍機の構成を示す説明図。

【図4】従来例における、ダブルインレット型パルス管冷凍機の構成を示す説明図。

【符号の説明】

1, 104... パルス管冷凍機,

2... 蓄冷器,

20... 蓄冷材,

3... コールドヘッド,

4... パルス管,

5... バッファタンク,

6, 604... 分断シリンダ,

61... 第1室,

62... 第2室,

7, 704... 区画体,

81... 第1通路,

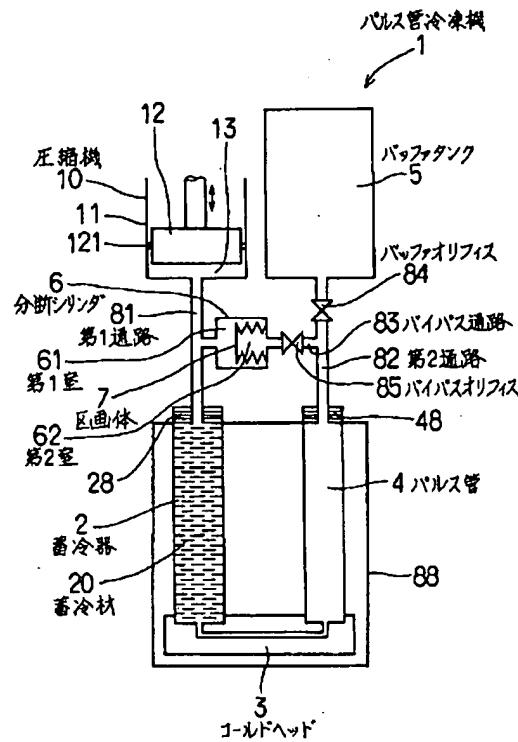
82... 第2通路,

83... バイパス通路,

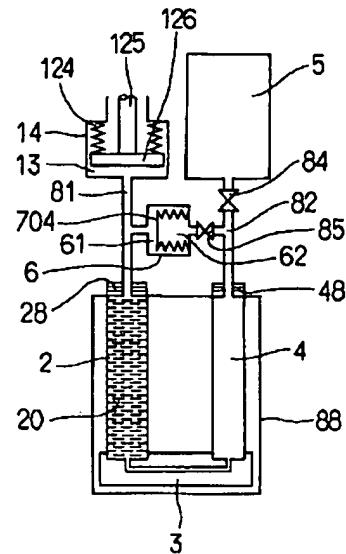
84... バッファオリフィス,

85... バイパスオリフィス,

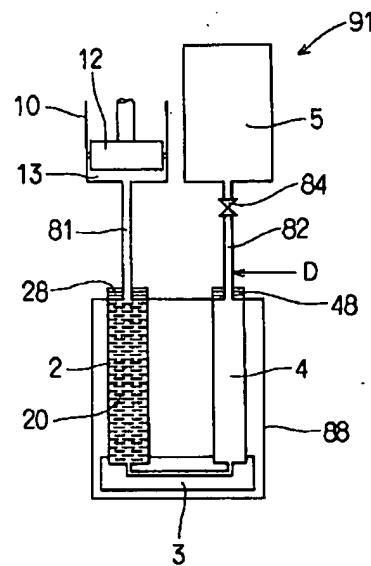
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

